



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Schriftliche Prüfung in

**Spezialwissen – Enterprise Risk Management 2
(CERA-B)**

gemäß Prüfungsordnung 4.0
der Deutschen Aktuarvereinigung e. V.

am 25.10.2019

Hinweise:

- Als Hilfsmittel ist ein Taschenrechner zugelassen.
- Die Gesamtpunktzahl beträgt 180 Punkte. Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 90 Punkte erreicht werden.
- Bitte prüfen Sie die Ihnen vorliegende Prüfungsklausur auf Vollständigkeit. Die Klausur besteht aus 21 Seiten.
- Alle Antworten sind zu begründen und bei Rechenaufgaben muss der Lösungsweg ersichtlich sein.

Mitglieder der Prüfungskommission:

Prof. Dr. Hubert Bornhorn, Dr. Steve Brüske, Dr. Nora Gürtler,
Dr. Peter Henseler, Ingo Kraus, Dr. Frank Schiller

Aufgabe 1. Reputationsrisiko [15 Punkte]

- (a) (2,5 Punkte) Was versteht man unter dem Reputationsrisiko? Geben Sie eine Definition dieses Risikos an?
- (b) (4,5 Punkte) Gegenüber welchen Stakeholdern hat ein Versicherungsunternehmen ein Reputationsrisiko? Nennen Sie drei Stakeholder und beschreiben Sie kurz, welche Folge das Reputationsrisiko gegenüber dem jeweiligen Stakeholder auf das Unternehmen haben könnte!
- (c) (8 Punkte) Das Reputationsrisiko gilt als schwer quantifizierbar. Dies liegt u.a. daran, dass der Begriff des Reputationsrisikos schwer zu operationalisieren ist. Definieren Sie detailliert eine (verhältnismäßig) leicht zu messende, quantitativ Variable, die als Proxy für das Reputationsrisiko eines VU dienen könnte! Denken Sie dabei an die Stimmung der allgemeinen Öffentlichkeit gegenüber dem VU! Wie könnte man hierzu Daten sammeln und wie könnte man diese Stimmung dann messbar machen?

Aufgabe 2. Spreadrisiko [15 Punkte]

- (a) (6 Punkte) Ihr Kollege quantifiziert das Spreadrisiko für Unternehmensanleihen gemäß der Standardformel unter Verwendung der folgenden Tabelle (d bezeichnet die modifizierte Duration, wobei für nicht-tabellierte Werte linear interpoliert werde):

| in % | | Bonitätsstufe | | | | | | | |
|------|----|---------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | keine |
| d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 | 4.5 | 5.5 | 7 | 12.5 | 22.5 | 37.5 | 37.5 | 15 |
| | 10 | 7 | 8.4 | 10.5 | 20 | 35 | 58.5 | 58.5 | 23.5 |
| | 15 | 9.5 | 10.9 | 13 | 25 | 44 | 61 | 61 | 23.5 |
| | 20 | 12 | 13.4 | 15.5 | 30 | 46.5 | 63.5 | 63.5 | 35.5 |

Er bittet Sie, damit das Spreadrisiko (= Bruttostress in Prozent des Marktwertes) für die folgenden Nullkuponanleihen zu bestimmen:

- i. Anleihe 1, Restlaufzeit von 15 Jahren, Rating AAA
- ii. Anleihe 2, Restlaufzeit von 4 Jahren, Rating A.

Bitte unterstellen Sie bei Ihren Berechnungen eine flache Zinskurve von 0% für AAA-Anleihen und eine flache Zinskurve von 2.5% für A-Anleihen.

- (b) (6 Punkte) Sie haben durch das Studium der Bestandsdaten festgestellt, dass es sich bei Anleihe 2 in Wahrheit um eine durch die Republik Spanien in Euro emittierte Staatsanleihe handelt.
- i. Wie würde sich dadurch Ihre obige Antwort ändern?
 - ii. Bitte kommentieren Sie die neue Antwort aus Risikosicht und im Kontext möglicher politischer Motivation.

Bitte unterstellen Sie bei Ihren Berechnungen eine flache Zinskurve von 0% für AAA-Anleihen und eine flache Zinskurve von 2.5% für A-Anleihen.

- (c) (3 Punkte) Ihr Vorgesetzter möchte Anleihen gerne verdichten, um die Modell-Laufzeit zu reduzieren. Bitte nennen Sie mindestens drei sinnvolle Verdichtungskriterien.

Aufgabe 3. Versicherungstechnik Leben [15 Punkte]

Ein Lebensversicherungsunternehmen hat zwei verschiedene Bestände von Risikolebensversicherungen im Portfolio (das Geschlecht der versicherten Personen soll für diese Aufgabe keine Rolle spielen):

- Bestand A sind 10.000 einjährige Risikolebensversicherungen aus (wie der Risikomanager befürchtet ungenügend risikogeprüften) Gruppenverträgen mit versicherten Personen im Alter von 50 Jahren und Versicherungssumme von 10.000€.
- Bestand B sind 100 mit einer Laufzeit von 20 Jahren abgeschlossene und umfangreich risikogeprüfte Risikolebensversicherungen mit versicherten Personen aktuell im Alter von 40 Jahren und Versicherungssumme von 1.000.000€.

Für beide Bestände wird jährlich die natürliche Risikoprämie kalkuliert. Reserven auf Grund konstanter Prämienzahlung müssen daher nicht gebildet werden.

Das Unternehmen will für beide Bestände die involvierten versicherungstechnischen Risiken einschätzen.

- (a) (5 Punkte) Beschreiben Sie das Sterblichkeitsrisiko allgemein und seine vier relevanten Komponenten.
- (b) (4 Punkte) Überlegen und begründen Sie qualitativ für jede der vier Komponenten aus Teilaufgabe a) einzeln welcher der beiden Bestände das jeweils höhere Risiko in dieser Komponente aufweist.
- (c) (4 Punkte) Beschreiben Sie zwei Möglichkeiten wie das Schwankungsrisiko für die beiden Bestände modelliert und kalibriert werden kann. Begründen Sie kurz welche der beiden Möglichkeiten besser für den jeweiligen Bestand geeignet ist.
- (d) (2 Punkte) Beschreiben Sie wie ein gemeinsames Modell für das Schwankungsrisiko der beiden Bestände definiert und kalibriert werden kann.

Aufgabe 4. Risikoaggregation [15 Punkte]

Eine Versicherungsgruppe bestehend aus mehreren Lebens- und Sachversicherern verwendet zur SCR-Berechnung gemäß Solvency II sowohl auf Gruppen- als auch auf Soloebene ein Simulationsmodell als zertifiziertes internes Modell. Dieses verwendet zur Berechnung der Veränderung des besten Schätzers (best estimate, (BE)) der vt. Rückstellungen der Lebensversicherer Approximationsmethoden wie z.B. das LSMC-Verfahren oder Replicating Portfolios.

Die Verwendung der Approximationsverfahren kann zu Schätzfehlern bei der SCR-Berechnung führen. Um diese für jedes Unternehmen abzuschätzen wird folgendes Verfahren verwendet: Für 11 Simulationspfade - das 99.5%-Quantil sowie die 5 nächsthöheren und 5 nächstniedrigeren Ränge der Gesamtverlustverteilung - wird die Veränderung des besten Schätzwerts nachträglich explizit mit dem Bewertungsmodell berechnet und die Differenz zur Schätzung des Approximationsverfahrens ermittelt.

$$\text{Intervallpfad } i: f_i = \text{BE}_{\text{Bewertungsmodell}}(i) - \text{BE}_{\text{Approximationsverfahren}}(i)$$

Anschließend wird der mittlere Fehler bestimmt:

$$\bar{F} = \frac{1}{11} \sum_{i=1}^{11} f_i$$

Um eine materielle Unterschätzung des SCR der Gesellschaften zu vermeiden, wird abhängig vom mittleren Fehler folgender Aufschlag auf das SCR addiert:

$$\Delta = \begin{cases} 0, & \text{falls } \bar{F} \leq 3\% \text{ SCR} \\ \bar{F} - 3\% \text{ SCR}, & \text{falls } \bar{F} > 3\% \text{ SCR} \end{cases}$$

Die Ergebnisse für die Lebensversicherer der Gruppe sind in der nachfolgenden Tabelle enthalten. Mit „Szenario“ sei hierbei die Nummer des jeweiligen Simulationspfades des internen Modells bezeichnet. Das SCR sei für alle Unternehmen 100:

| <i>i</i> | <i>Quantil</i> | VU 1 | | VU 2 | | VU 3 | |
|----------|----------------|----------|------|----------|------|----------|------|
| | | Szenario | f | Szenario | f | Szenario | f |
| 1 | 99,4983% | 89.912 | 3,6 | 248.944 | 5,3 | 96.173 | 31,5 |
| 2 | 99,4987% | 22.862 | 1,5 | 22.939 | 8,3 | 57.080 | 0,8 |
| 3 | 99,4990% | 193.568 | 2,0 | 73.628 | -4,9 | 241.308 | -0,3 |
| 4 | 99,4993% | 246.879 | -1,2 | 199.702 | 7,1 | 178.366 | 1,5 |
| 5 | 99,4997% | 290.839 | -2,3 | 186.232 | 7,9 | 19.393 | -1,4 |
| 6 | 99,5000% | 186.681 | 2,3 | 71.357 | -9,6 | 99.617 | 0,6 |
| 7 | 99,5003% | 110.829 | -2,5 | 102.845 | 8,6 | 239.291 | -1,1 |
| 8 | 99,5007% | 10.679 | -3,4 | 141.427 | 6,9 | 229.797 | 1,2 |
| 9 | 99,5010% | 233.117 | 1,0 | 27.370 | 4,0 | 168.852 | 2,0 |
| 10 | 99,5013% | 233.509 | -0,6 | 277.374 | -9,4 | 66.546 | -0,5 |
| 11 | 99,5017% | 13.692 | 1,3 | 238.398 | 8,6 | 267.999 | -0,7 |

Die Auswertung des mittleren Fehlers \bar{F} ergibt:

- VU 1: 0,15% SCR => kein Aufschlag
- VU 2: 2,99% SCR => kein Aufschlag
- VU 3: 3,05% SCR => Aufschlag von 0,05

(a) (4 Punkte) Erläutern Sie kurz die Motivation des Ansatzes:

- Warum wurde gerade dieses Szenarienintervall ausgewählt und nicht z.B. zufällige Szenarien?
- Warum wurde f_i und nicht der absolute Schätzfehler $|f_i|$ verwendet?
- Warum wurde wohl eine positive Mindestschwelle eingeführt, unterhalb derer es keinen Aufschlag gibt?

(b) (4 Punkte) Betrachten Sie die drei Fälle. VU 1 und VU 2 bekommen keinen Aufschlag, VU 3 bekommt einen Aufschlag. Sind diese drei Ergebnisse aus Ihrer Sicht gerechtfertigt, oder gibt es Effekte, die das Verfahren in dieser Form nicht berücksichtigt?

(c) (3 Punkte) Das Fehlerabschätzungsverfahren soll nicht nur für die Einzelunternehmen sondern auch für die Gruppenberechnung verwendet werden. Lässt sich aus den Einzelergebnissen etwas über das Gruppenergebnis aussagen, oder was müsste hierfür getan werden?

(d) (4 Punkte) Approximationsverfahren sind nicht die einzigen möglichen Fehlerquellen bei der SCR-Berechnung mittels eines internen Modells.

Nennen Sie zwei weitere. Warum berechnet die Gruppe hierfür keinen potentiellen SCR-Aufschlag?

Aufgabe 5. Cyberrisiko [15 Punkte]

Unter Cyber-Risiko versteht man das Risiko, dass eine Organisation aufgrund der Unangemessenheit oder des Versagens ihrer IT-Systeme einen finanziellen Schaden, eine Betriebsunterbrechung oder einen Reputationsverlust erleidet. Ursachen für das Versagen der IT sind z.B. Hacker-Angriffe oder sonstige Arten von Cyberkriminalität.

Eine Cyber-Versicherung ist eine fakultative Versicherung für Kunden, die das Cyber-Risiko in folgenden Fällen absichert:

Drittschaden: Die Cyber-Deckung übernimmt die Vermögensschäden, wenn der Versicherungsnehmer einen Kunden oder sonstigen Dritten finanziell schädigt, z.B. aufgrund einer Datenrechtsverletzung.

Eigenschaden: Die Cyber-Deckung bietet Schutz vor Eigenschäden, die dem Versicherungsnehmer selbst entstehen, z.B. durch einen Hacker-Angriff.

Dabei dienen Cyber-Versicherungen nicht nur dazu, den direkten Schaden auszugleichen, den der Angriff verursacht hat, sondern kommen auch für die mit der vollständigen Wiederherstellung der Geschäftstätigkeit verbundenen Kosten auf.

Die niederländische Muttergesellschaft Oranje Verzekering Holding AG (OVH) eines internationalen Konzerns, der Oranje Verzekering Gruppe (OV Gruppe), hat Tochtergesellschaften in den meisten europäischen Ländern, in Asien und in den USA. Alle Sachversicherungstochter bieten mittlerweile Cyberdeckungen in großem Stil sowohl für Privat- als auch für Firmenkunden an.

Die OV Gruppe hat zur Berechnung der Solvenzkapitalanforderung gemäß Solvency II ein genehmigtes partielles internes Modell, wobei ausschließlich die operationellen Risiken mittels der Standardformel abgebildet werden. Seit einem Jahr laufen Gespräche mit den Aufsichtsbehörden, das Interne Modell für alle Gesellschaften der Gruppe auch auf die operationellen Risiken auszuweiten. Gründe sind neben der genaueren Abbildung der Risiken auch die Hoffnung, Solvenzkapital zu sparen.

Zum 31.12.2018 betrug für die deutsche Sacherversicherungstochter der OV Gruppe, die Oranje Deutschland Versicherungs-AG (ODVAG), das Gesamt-SCR nach Diversifikation 400 Mio.€ mit u.a. den Komponenten $SCR_{\text{Prämienrisiko}}=80$ Mio. €, $SCR_{\text{Reserverisiko}}=40$ Mio. €, $SCR_{\text{CAT}}=120$ Mio. € gemäß dem Partiellen Internen Modell und $SCR_{\text{OpRisk}}=90$ Mio. € gemäß der Standardformel.

Im Juni 2019 wurde die ODVAG Opfer eines deutschlandweiten Cyber-Angriffs, der einen vierwöchigen Betriebsstillstand zur Folge hatte. Erste Schätzungen gehen von einem resultierenden operativen Schaden i.H.v. 86 Mio. € im Bilanzjahr 2019

aus. Des Weiteren wurden etliche Firmenkunden der ODVAG Opfer derselben Cyber-Attacke, was bislang zu Schadenzahlungen oberhalb des einkalkulierten Wertes i.H.v. 62 Mio. € führte. Alle anderen Gesellschaften der OV Gruppe zeigten keine eigene Betroffenheit durch den Cyber-Angriff, wohl aber erhöhte Schadenzahlungen an Firmenkunden im Rahmen der von ihnen angebotenen Cyberdeckungen.

Sie arbeiten als Chief Risk Officer in der ODVAG und sind als solcher damit beschäftigt, nach dem Cyber-Angriff einen Ad Hoc ORSA zu verfassen, den Sie im nächsten Risikokomitee vorstellen werden.

- a) (3 Punkte) Bitte analysieren Sie, an welchen Stellen die OV Gruppe grundsätzlich einem aus Cyber-Angriffen resultierenden Risiko ausgesetzt ist. Bitte benennen Sie drei unterschiedliche Risikoexponierungen inkl. der zugehörigen Risikokategorie und begründen Sie jeweils kurz Ihre Antwort.
- b) (3 Punkte) Welche Modellierungsansätze gibt es neben der Standardformel grundsätzlich, um operationelle Risiken abzubilden? Nennen Sie bitte drei Antworten inkl. einer kurzen Beschreibung.
- c) (6 Punkte) In Ihrem Ad Hoc ORSA betrachten Sie die Auswirkungen des Cyber-Angriffs auf die Risikolage und Risikomodellierung der ODVAG.
 - Welche Auswirkungen hat der Angriff auf die Risikolage der ODVAG und der OV Gruppe? Welche risikomindernden Maßnahmen sind zu ergreifen?
 - Welches sind die Auswirkungen auf das Partielle Interne Modell der ODVAG und der OV Gruppe?
 - Welches sind die Auswirkungen auf die Modellierung und Quantifizierung des operationellen Risikos der ODVAG und der OV Gruppe?
- d) (1 Punkt) Welche Auswirkungen hat der Cyber-Angriff auf die interne und externe Berichterstattung der ODVAG?
- e) (2 Punkte) Was bedeutet der Cyber-Angriff bei der ODVAG für die OV Gruppe?

Aufgabe 6. M&A / Schaden- Unfallversicherung [15 Punkte]

Das Management der Feldafinger Brandkasse (FFBK) will sich internationaler aufstellen und erwägt den Kauf der Florida Property Insurance Company (FPIC), welche ausschließlich private Wohngebäude versichert. Sie sind als Risikomanager der FFBK in den M&A Prozess mit eingebunden und haben Zugriff auf den Datenraum, welcher die folgenden Informationen enthält:

| Building | History | | | | Plan |
|-----------------------------------|---------|------|------|------|------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Gross premium | 80 | 84 | 90 | 95 | 100 |
| Net premium | 77 | 81 | 86 | 91 | 96 |
| Gross ultimate attritional claims | 23 | 28 | 29 | 35 | 40 |
| Gross ultimate cat claims | 1 | 1 | 59 | 17 | 15 |
| Gross ultimate total claims | 24 | 29 | 88 | 52 | 55 |
| Net ultimate total claims | 24 | 29 | 54 | 52 | 54 |
| Gross loss ratio | 30% | 34% | 97% | 55% | 55% |
| Net loss ratio | 31% | 36% | 62% | 57% | 56% |
| Gross total claim reserve | 7 | 9 | 29 | 20 | 10 |
| Net total claim reserve | 7 | 9 | 15 | 20 | 9 |

values in million USD

Außerdem liegt Ihnen die folgende Tabelle aus der Standardformelberechnung vor.

| | Segment | Lines of business, as set out in Annex I, that the segment consists of | Standard deviation for gross premium risk of the segment | Standard deviation for reserve risk of the segment |
|----|--|--|--|--|
| 1 | Motor vehicle liability insurance and proportional reinsurance | 4 and 16 | 10 % | 9 % |
| 2 | Other motor insurance and proportional reinsurance | 5 and 17 | 8 % | 8 % |
| 3 | Marine, aviation and transport insurance and proportional reinsurance | 6 and 18 | 15 % | 11 % |
| 4 | Fire and other damage to property insurance and proportional reinsurance | 7 and 19 | 8 % | 10 % |
| 5 | General liability insurance and proportional reinsurance | 8 and 20 | 14 % | 11 % |
| 6 | Credit and suretyship insurance and proportional reinsurance | 9 and 21 | 12 % | 19 % |
| 7 | Legal expenses insurance and proportional reinsurance | 10 and 22 | 7 % | 12 % |
| 8 | Assistance and its proportional reinsurance | 11 and 23 | 9 % | 20 % |
| 9 | Miscellaneous financial loss insurance and proportional reinsurance | 12 and 24 | 13 % | 20 % |
| 10 | Non-proportional casualty reinsurance | 26 | 17 % | 20 % |
| 11 | Non-proportional marine, aviation and transport reinsurance | 27 | 17 % | 20 % |
| 12 | Non-proportional property reinsurance | 28 | 17 % | 20 % |

(a) (5 Punkte) Prämien- und Reserverisiko

Bestimmen Sie anhand der vorliegenden Informationen für den Stichtag 31.12.2018 das Risikokapital gemäß Standardformelansatz für das aggregierte Prämien- und Reserverisiko.

(b) (5 Punkte) Datenanforderung Naturkatastrophenrisiko (Standardformel und Internes Modell)

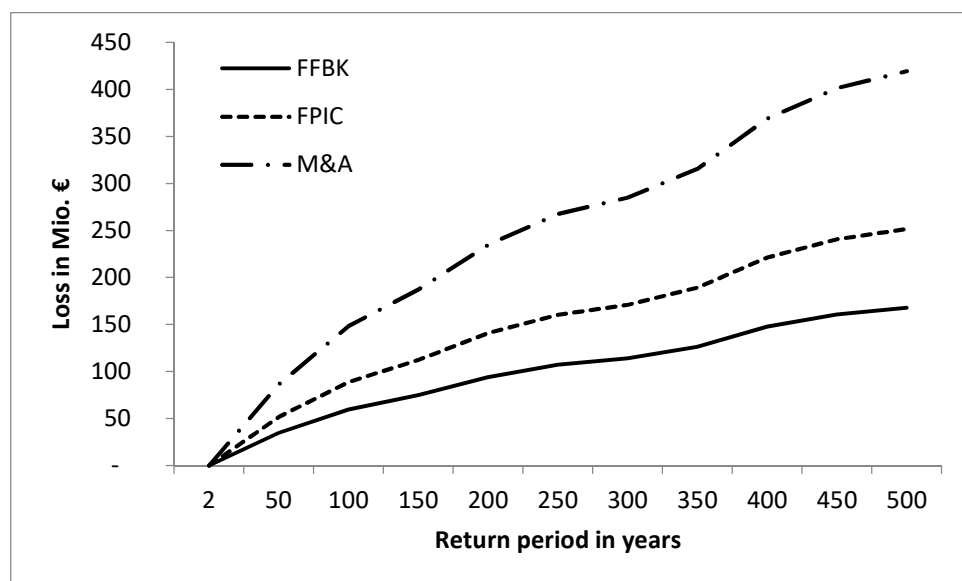
Sie wollen nun auch das Naturkatastrophenrisiko berechnen. Hierzu fehlen Ihnen aber wichtige Informationen im Datenraum.

Schreiben Sie eine Anforderung der fehlenden Informationen, um das Naturgefahrenrisiko gemäß Standardformel berechnen zu können.

Welche zusätzlichen Informationen müssen Sie anfordern, um in Ihrem Geophysikalisch-Meteorologisches Modell das zusätzlich benötigte Risikokapital vor Rückversicherung zu berechnen? Nennen Sie hier mindestens 3 Punkte.

(c) (5 Punkte) Berechnung des Naturkatastrophenrisikos

Im Datenraum werden nun weitere Daten für Sie bereitgestellt, mit denen Sie Ihr geophysikalisch-meteorologisches Modell kalibrieren können. Sie geben die Kalibrierung in Auftrag und erhalten neben den Occurrence-Exceedance-Probability (OEP) Kurven der Einzelgesellschaften auch die OEP Kurve des durch den Kauf verschmolzenen Unternehmens (M&A):



Allerdings zweifeln Sie das Ergebnis an. Beschreiben Sie den Aufbau einer OEP Kurve und erläutern Sie Ihren Zweifel an den dargestellten Kurven. Was könnte der Grund für die falschen Ergebnisse sein? Wie müsste ein plausibles Resultat aussehen? Skizzieren Sie diese OEP Kurve im Vergleich zu den drei Ursprünglichen.

Aufgabe 7. M&A / Schaden- Unfallversicherung Risikotransfer [15 Punkte]

Das Management der Feldafinger Brandkasse (FFBK) will sich internationaler aufstellen und erwägt den Kauf der Florida Property Insurance Company (FPIC), welche ausschließlich private Wohngebäude versichert. Um das Sturmrisiko in die Rückversicherung zu geben, verwendet die FPIC aktuell für Naturgefahrenkumule einen Schadenexzedentenvertrag 65 Mio. USD xs 25 Mio. USD mit unendlich freien Wiederauffüllungen, einer Prämienrate von 4% bei einer Brutto Basisprämie i.H.v. 100 Mio. USD. Das Brutto Sturmschadenereignis beträgt nach Standardformelberechnung 100 Mio. USD, die mittlere Bruttoschadenquote liegt bei 55% und der mittlere zedierte Schadenaufwand bei ca. 1 Mio. USD.

- (a) (5 Punkte) Risikotransfer in der Standardformel

Bestimmen Sie anhand der vorgegebenen Rückversicherungsstruktur das Netto Risiko für Sturmschäden.

Hinweis: Szenario A 80%/40%, Szenario B 100%/20%

- (b) (5 Punkte) Capital Cost Ratio

Berechnen Sie für den Schadenexzedentenvertrag die Capital Cost Ratio. Wie ändert sich die Capital Cost Ratio, wenn Sie anstatt der XL Struktur eine 40% Quote mit 8% Provision zeichnen würden? Würde sich ein Wechsel auf den Quotenvertrag aus dieser Betrachtung lohnen?

Hinweis: Das Risiko, welches nicht aus Sturmschäden resultiert, kann vernachlässigt werden.

- (c) (5 Punkte) Gemeinsame Rückversicherungsdeckung

Für die M&A Unterlage, die dem Vorstand zur Entscheidung vorgelegt werden soll, werden Sie gebeten über eine gemeinsame Rückversicherungsdeckung nachzudenken.

Der aktuelle Schadenexzedentenvertrag der FFBK hat eine Haftungsstrecke (Limit) i.H.v. 145 Mio. EUR, einen Selbstbehalt (Prio) i.H.v. 5 Mio. EUR und 3 Wiederauffüllungen.

An welchen Stellen müsste der Vertrag angepasst werden und warum? Nennen sie drei mögliche Anpassungen und begründen Sie diese.

Aufgabe 8. Garantieprodukte und Hedging [15 Punkte]

(a) (10 Punkte) Portfolio Konstruktion und Hedging

Sie möchten ein neues Garantieprodukt an den Markt bringen, das dem Versicherungsnehmer nach Ablauf einer Zeit von 15 Jahren den Stand eines Investments in einen aktiv gemanagten Fonds auszahlt, zumindest aber den Sparbeitrag aus der gezahlten Einmalprämie.

Die Benchmark des Fonds hat zum Produktbeginn am Markt eine implizite Volatilität von 30% für jede Laufzeit bis einschließlich Jahr 15 und notiert bei 100 EUR.

Der risikofreie Zins liegt konstant bei 2% für die gesamte Laufzeit des Produktes. Es ergeben sich für das Produkt die nachstehenden Charakteristika:

| | Laufzeit in Jahren | Delta | Gamma | Vega | Preis |
|-----------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Garantieprodukt | 15.00 | 0.80 | 0.024 | 0.018 | 2.34 |

Hinweis: Das Bezugsverhältnis bei den Optionen ist grundsätzlich 1:1.

- i. Beschreiben Sie das passivseitige Portfolio, das durch den Verkauf einer Police mit einem Garantiebetrug von 100.000 EUR entsteht.
- ii. Am regulierten Kapitalmarkt (z.B. EUREX) stehen keine derivativen Finanzinstrumente zur Benchmark zur Verfügung. Sie entscheiden das Produkt selbst dynamisch zu hedgen. Welche der „Griechen“ können Sie hedgen ohne auf weitere Handelspartner zurückzugreifen? Wie würden sie ihr Portfolio auf der Aktivseite zusammenstellen, wenn sie diese(n) vollständig hedgen würden?
- iii. Sie haben eine Bank gefunden, die Ihnen OTC (Over the counter) Optionen mit bis zu 5-jähriger Laufzeit (Calls und Puts) verkaufen würde. Mittels einer Call Option mit 5 Jahren Laufzeit haben Sie Ihr Portfolio nun sowohl delta-, als auch gamma-

neutral positioniert. Zwischen zwei Handelstage hat sich dennoch ein deutlicher ALM Mismatch ergeben, obwohl die Zinskurve und die Volatilitätssituation der Benchmark sich nicht geändert haben. Was könnte passiert sein und warum ist dadurch der Mismatch entstanden?

- iv. Das obige Produkt wird mit einem alternativen Produktfeature angeboten. Nach fünf Jahren Laufzeit wird der Stand des Fonds als neue Garantie gewährt, wenn dieser oberhalb der Garantie notiert. Ist es möglich dieses Produktfeature durch Hinzunahme einer weiteren 5-jährigen Putoption im Passivportfolio abzubilden? Begründen Sie ihre Antwort.
- v. Das Produkt erscheint ihrem Vorstand zu riskant und er hat eine Möglichkeit gefunden die Auszahlung an den VN zum Ende der Laufzeit auf einen Indexmaximalstand von 130 zu begrenzen. Beschreiben Sie, wie sich die Passivseite nun abbilden lassen würde. Lassen sich die „Griechen“ unter ii) weiterhin hedgen?

(b) (5 Punkte) Zusammenhänge

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen mit WAHR oder FALSCH. Für eine richtige Beantwortung erhalten Sie einen halben Punkt, für eine falsche Beantwortung wird ein halber Punkt abgezogen. Fehlende Angaben werden mit 0 Punkten bewertet. Die Gesamtpunktzahl kann nicht negativ werden.

Hinweis:

Modellierungsvereinfachungen aus dem Skript für die Berechnung von Portfoliorisiken sind für die Beantwortung der Fragen nicht gültig.

| | |
|---|--|
| 1) Das Deltaexposure einer einfachen Putoption kann durch die Investition in das Underlying und den risikofreien Zins gehedgt werden. | |
| 2) „Greek“-Risiken können ausschließlich durch Derivate gehedgt werden | |
| 3) Das Vega eines Puts ist immer negativ | |

| | |
|---|--|
| 4) Wenn der risikofreie Zins gleich null ist, so ist rho immer null | |
| 5) Das Gamma eines Calls ist immer positiv | |
| 6) Das Vega eines Portfolios ist gleich der Linearkombination der Vegas der Einzeltitel | |
| 7) Das Gamma eines Portfolios ist gleich der Linearkombination der Gammas der Einzeltitel | |
| 8) Der Wert eines Calls mit Volatilität 0 ist immer 0 | |
| 9) Je näher eine Option am Verfallstag liegt, desto grösser ist ihr Vega | |
| 10) Zur Ableitung eines optimalen Hedges in diskreter Zeit braucht man eine Einschätzung über die erwartete Driftrate des Underlyings | |

Aufgabe 9. Rückversicherung und Verbriefung [15 Punkte]

Ein Lebensversicherungsunternehmen will in diesem Jahr eine deutlich höhere Dividende als im Vorjahr ausschütten. Diese würde aber nach Auszahlung entsprechend die verfügbaren Own Funds reduzieren.

Beschreiben sie kurz für die drei folgenden Rückversicherungsmöglichkeiten die Wirkungsweise und diskutieren Sie jeweils ob die Möglichkeiten geeignet sein können das SCR-Ratio im Vergleich zum Vorjahr zu erhöhen:

- (a) (5 Punkte) Cash-Finanzierung mit Finanzierungssumme gleich der im Vergleich zum Vorjahr erhöhten Dividende.
- (b) (5 Punkte) Non-Cash-Finanzierung mit Finanzierungssumme gleich der im Vergleich zum Vorjahr erhöhten Dividende.
- (c) (5 Punkte) Quote auf die versicherungstechnischen Risiken des Gesamtbestand, um das SCR so weit zu reduzieren, dass das SCR-Ratio auch nach reduzierten Own Funds wieder auf den Vorjahreswert kommt.

Aufgabe 10. *Traditionelles Lebensversicherungsgeschäft [15 Punkte]*

Multiple Choice (Für jede richtige Antwort gibt es jeweils 3 Punkte, für jede falsche Antwort werden 3 Punkte abgezogen. Die Punktzahl beträgt minimal 0.)

Eine Gesellschaft mit vorwiegend traditionellem LV Geschäft in den Büchern weist folgenden Risikomix auf (gemessen in SCR):

- Zinsdown Risiko (30)
 - Spread Risiko (40)
 - Storno (15)
 - Sterblichkeit (1)
- (a) Angenommen der Versicherer reduziert den Duration Gap durch Verkauf und Wiederanlage des gesamten Bond-Portfolios. Wie verhalten sich das Zins- und Spread Risiko (absolut gesehen)
- i. Zins Risiko steigt, Spread Risiko steigt
 - ii. Zins Risiko steigt, Spread Risiko fällt
 - iii. Zins Risiko steigt, Spread Risiko unverändert
 - iv. Zins Risiko fällt, Spread Risiko steigt
 - v. Zins Risiko fällt, Spread Risiko fällt
 - vi. Zins Risiko fällt, Spread Risiko unverändert
- (b) Der Versicherer möchte in Receiver Swaptions investieren. Wenn er möglichst wenig dafür zahlen möchten, welche Parameterkombination sollte gewählt werden:
- i. Kleiner Strike, Kurze Optionslaufzeit
 - ii. Hoher Strike, Kurze Optionslaufzeit
 - iii. Hoher Strike, lange Optionslaufzeit
 - iv. Kleiner Strike, Lange Restlaufzeit

- (c) Der Versicherer schreibt das Geschäft in zwei Gewinnverbänden in denen kein statutarisches Eigenkapital vorhanden ist und die S2 Eigenmittel bestehen nur aus dem PVFP (Barwert der zukünftigen Gewinne) abzüglich Risikomarge. Die Zusammensetzung der Bestände (Versicherten Mix, Garantieleistungen, Prämienniveau) und die Asset Allokation sei jeweils identisch. Im Gewinnverband A ist die Mindestgewinnbeteiligung jedoch 90% und im Gewinnverband B 80%. In den S2 Berechnung wird davon ausgegangen, dass der Versicherer genau die Mindestgewinnbeteiligung zahlt und den verbleiben Anteil vollständig an die Aktionäre abführt. Was gilt für die jeweils separat gerechneten S2 Eigenmittel („OF“) und das SCR?
- i. $OF A > OF B$, $SCR A > SCR B$
 - ii. $OF A > OF B$, $SCR A < SCR B$
 - iii. $OF A < OF B$, $SCR A > SCR B$
 - iv. $OF A < OF B$, $SCR A < SCR B$
- (d) Welche der folgenden Strategien ist am ehesten geeignet, um das Zinsrisiko (down und up) zu reduzieren:
- i. Receiver Swaptions und Duration Gap schließen
 - ii. Payer Swaption und Duration Gap unverändert lassen
 - iii. Receiver Spread und Duration Gap schließen
 - iv. Payer Swaption und Duration Gap stark erhöhen
- (e) Das Zinsniveau sei flach bei 1.5%. Welche Option sollte der Versicherer kaufen, wenn er in 5 Jahren eine Anleihe mit 10 Jahren Restlaufzeit zum Nennwert und Kupon von 1% erwerben kann unabhängig davon wie hoch der Marktwert der Anleihe in 5 Jahren sein wird?
- i. Receiver Swaption mit Optionslaufzeit 10 Jahren und Swap Term von 5 Jahren, Strike 1%
 - ii. Payer Swaption mit Optionslaufzeit 5 Jahren und Swap Term von 10 Jahren, Strike 1%
 - iii. Receiver Swaption mit Optionslaufzeit 5 Jahren und Swap Term von 10 Jahren, Strike 1%

- iv. Receiver Swaption mit Optionslaufzeit 5 Jahren und Swap Term von 10 Jahren, Strike 1.5%

Aufgabe 11. Zinsrisiko [15 Punkte]

- (a) (10 Punkte) Es sei x_1 eine Zahlung zum Zeitpunkt 1 und x_t eine Zahlung zum Zeitpunkt t . PV und D seien der Barwert und die modifizierte Duration des Zahlungsstroms (x_1, x_t). Der Zins wird als konstant Null angenommen.

- i. Füllen Sie die Lücken in der Tabelle

| Szenario | x_1 | t | x_t | PV | D |
|----------|-------|-----|-------|-----|----|
| 1 | -20 | 15 | 28 | | |
| 2 | 10 | | | 20 | 10 |
| 3 | -10 | | | 4 | 50 |
| 4 | -10 | | | -20 | 10 |

- ii. Szenario 1 ist eine Aufgabe im Rahmen einer wichtigen Analyse Ihres Unternehmens. Ein Manager schimpft, Ihre Antwort sei offensichtlich Unsinn. Warum könnte er das meinen? Was antworten Sie ihm?
- (b) (5 Punkte) Sie sollen für eine ALM Strategie einen Vorschlag zur Duration der Kapitalanlage machen. Der Wert der Aktiva bzw. Passiva sei 100 bzw. 80, die Duration der Passiva sei 5. Die Zielvorgabe ist die Immunisierung des Eigenkapitals gegen Zinsänderungen. Die aktuelle Zinskurve ist stark invertiert.
- i. Welche Duration der Aktiva schlagen Sie vor und warum?
- ii. Diskutieren Sie, inwiefern die Zielvorgabe damit erreicht ist.

Aufgabe 12. Rechtsrisiko, Risikoklassifikation [15 Punkte]

- (a) (2 Punkte) Was versteht man unter externen, was unter internen Rechtsrisiken? Geben Sie Beispiele an, welche Risiken in die beiden Kategorien fallen! (je Kategorie zwei Risiken)
- (b) (1 Punkt) Risikoklassifikationen sollten weitestgehend über die Eigenschaft der Überschneidungsfreiheit verfügen. Definieren Sie diese Eigenschaft!
- (c) (1 Punkt) Welcher Risikoklasse wird das Rechtsrisiko bei der Klassifikation gemäß Solvency II zugeordnet?
- (d) (6 Punkte) Die Überschneidungsfreiheit von Risikoklassifikationen ist ein theoretisches Konstrukt, d.h. in der Realität kann es natürlich zu Unklarheiten bei der Zuordnung einzelner Risiken zu einer passenden Risikoklasse kommen. Geben Sie drei Beispiele für Rechtsrisiken an, bei denen solche Unklarheiten bei der Klassifikation gemäß Solvency II auftreten könnten! Ordnen Sie jedes Beispiel der Klasse zu, die aus Ihrer Sicht alternativ zur Solvency-II-Klassifikation in Frage kommen würde. Begründen Sie Ihre alternative Zuordnung!
- (e) (5 Punkte) Der Umgang mit Rechtsrisiken ist häufig reaktiver Natur. Wie können (vor dem Hintergrund der üblichen Methoden aus dem operativen Risikomanagement) eine proaktive Inventarisierung und eine proaktive Überwachung von Rechtsrisiken aussehen? Beschreiben Sie beide Prozesse kurz und stichpunktartig und verdeutlichen Sie diese unter Verwendung von Beispielen!



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Schriftliche Prüfung in

**Spezialwissen – Enterprise Risk Management 2
(CERA-B)**

gemäß Prüfungsordnung 4.0

der Deutschen Aktuarvereinigung e. V.

am 25.10.2019

- Lösungsvorschläge -

Aufgabe 1. Reputationsrisiko [15 Punkte]

(a) Z.B.

Das Reputationsrisiko ist das Risiko, das sich aus einer möglichen Beschädigung des Rufes des Unternehmens infolge einer negativen Wahrnehmung in der Öffentlichkeit (z.B. bei Kunden, Geschäftspartnern, Aktionären, Behörden) ergibt.

(b) Z.B. drei aus ...

| Stakeholder | Folgen |
|--------------------|---|
| Kunden | z.B. erhöhtes Storno auf Grund von Unzufriedenheit |
| Vermittler | z.B. Rückgang im Neugeschäft |
| Unternehmenseigner | z.B. verstärkte Anteilsverkäufe reduzieren den Unternehmenswert |
| Behörden | z.B. werden Ermessensspielräume zum Nachteil des Unternehmens genutzt |
| Mitarbeiter | z.B. Verlust wichtiger Mitarbeiter |
| Andere VU | z.B. wird das Unternehmen bei möglichen Mitversicherungsgeschäften nicht berücksichtigt |

(c) Z.B. (man muss hier natürlich nicht genau das Beispiel treffen, wichtig ist, dass die Ideen einleuchtend und nachvollziehbar sind):

Man könnte eine Art Stimmung/Sentiment der allgemeinen Öffentlichkeit gegenüber dem VU definieren.

Dazu könnte man periodisch in verschiedensten Quellen (Finanz- und Nachrichtenseiten, TV/Radio, Social Media etc.) nach dem Namen des VU suchen (Content Harvesting).

Der Content könnte dann mit einem Score bewertet und nach Einfluss der Quelle, Nennung in Überschrift/Text etc. gewichtet werden. Zum Schluss würden die einzelnen Content-Scores zu einem Sentiment-Score zusammengeführt werden. Hat man ausreichend viele Perioden auf diese Art betrachtet, hätte man einen Datensatz, der als Proxy für das Reputationsrisiko dienen könnte.

Aufgabe 2. Spreadrisiko

(a)

- i. Die Macaulay-Duration der Anleihe 1 beträgt 15 (= Restlaufzeit, da Nullkuponanleihe). Da der Zins 0% beträgt, ergibt sich für die modifizierte Duration: $d = 15 / (1 + 0) = 15$.
Das Spreadrisiko beträgt somit gemäß der obigen Tabelle 9.5% des Marktwertes.
- ii. Die Macaulay-Duration der Anleihe 2 beträgt 4 Jahre. Die modifizierte Duration beträgt $d = 4 / (1 + 0.025) = 3.9$.
Um ihr Spreadrisiko zu ermitteln, muss man daher eine lineare Interpolation zwischen den Angaben für $d=0$ und $d=5$ aus der obigen Tabelle für die Bonitätsstufe 2 durchführen (entspricht dem Rating A). Daher beträgt das gesuchte Spreadrisiko $(3.9 / 5) * 7\% = 5.46\%$ des Marktwertes.

(b)

- i. Das Spreadrisiko für diese spanische Staatsanleihe (begeben in Euro, der Heimatwährung Spaniens) beträgt 0%.
- ii. Einerseits kann man das 0%-Ergebnis aus risikotechnischer Sicht sicherlich fragwürdig finden. Im Rahmen von ORSA sollte der Versicherer jedenfalls sein individuelles Risikoprofil analysieren – das betrifft auch die Risiken aus Staatsanleihen, die in der Standardformel mit Null angesetzt werden. Andererseits kann man die hier auf Anleihe 2 angewendete politische Ausnahmeregelung dadurch begründen, dass eine solche Regelung einen ohne sie vorstellbaren Massenverkauf spanischer Staatsanleihen beim Eintritt eines Krisenereignisses verhindern würde.

(c) Zumindest die folgenden Verdichtungskriterien sollten angewendet werden:

- Die Restlaufzeit in Jahren bzw. das Ablaufjahr
- Die Bonitätsstufe bzw. das Rating
- Der Anleihentyp (Unternehmensanleihe / Staatsanleihe).

Aufgabe 3. Versicherungstechnik

- (a) Sterblichkeitsrisiko: Verträge führen bei Tod zu Zahlungen, die höher als die dann verfügbare Reserve sind.

Zufällige Schwankung: Personen sterben zufällig und anders als erwartet was zu geänderten Auszahlungen führt.

Katastrophe: Bedingt durch Extremereignisse wie z.B. Pandemie, Terror, Naturkatastrophe oder Unfall sterben deutlich mehr Personen als in den Kalkulationen erwartet.

Irrtum: Die für die Beitragskalkulation verwendete Sterbetafel geht von einer niedrigeren Sterblichkeit aus als tatsächlich eintritt.

Änderung oder Trend: Die Sterblichkeit nimmt stärker zu oder weniger stark ab als für die Kalkulation angenommen.

- (b) Zufällige Schwankung: Bestand B, da deutlich weniger Personen versichert und die Sterbewahrscheinlichkeiten zusätzlich noch kleiner sind.

Katastrophe: vermutlich beide Bestände gleich, keine Hinweise auf eine stärkere Ausprägung in einem der beiden Bestände.

Irrtum: Bestand A, da als einziger Hinweis auf mögliches Irrtumsrisiko (hier durch Antiselektion) die ungenügende Risikoprüfung genannt wurde.

Trend: Bestand B, da Bestand nur einjährig versichert wird.

- (c) Gemäß Skript passen für diese Bestände eine der folgenden Methoden: Wenn es die Rechenzeit erlaubt (was hier bestimmt der Fall ist) empirische Verteilung, als erste Näherung Normalverteilung oder mit besserer Anpassung mit Lognormal- oder Weibull-Verteilung (nur zwei der drei Verfahren waren gefordert).

Gerade für den sehr homogenen und großen Bestand A ist mit Sicherheit eine Näherung über die Normalverteilung geeignet. Hier wird sinnvoll die Verteilung über die Momentenmethode kalibriert. Bei Bestand B ist diese Näherung zwar auch noch gut möglich, ein besserer Fit ist aber bestimmt mit anderen Verteilungen möglich, wie z.B. Lognormal oder natürlich in diesem speziellen Fall einer Binomial-Verteilung.

- (d) Durch den sehr heterogenen aggregierten Bestand A und B ist es nicht mehr sinnvoll eine gemeinsame Verteilung zu fitten. Daher wäre es sinnvoll die beiden einzelnen Verteilungen aus Aufgabe (c) zu falten.

Aufgabe 4. Risikoaggregation

- (a) Das Verfahren soll die Güte des SCR, d.h. des im Simulationsmodell empirisch ermittelten 99.5%-Quantils, bestimmen. Daher ist insbesondere das Intervall um das 99.5%-Quantil der relevante Szenarienbereich, um zu analysieren, ob Fehler des Approximationsverfahrens zu einem materiellen Fehler des Quantilschätzers führten. Fehler des Approximationsverfahrens auf entfernteren Bereichen der Verlustverteilung haben in der Regel einen geringeren oder keinen Einfluss auf den Schätzer des 99.5%-Quantils. Daher sind auch zufällige Szenarien, die über die gesamte Verlustverteilung verstreut sind, wenig aussagekräftig.

Der Quantilschätzer ist recht stabil gegenüber kleineren, möglichst symmetrisch verteilten Fehlern des Approximationsverfahrens. Im Hinblick auf die SCR-Berechnung „mitteln sich diese heraus“. Darüber hinaus soll nur eine Unterschätzung des SCR zu einem Aufschlag führen. Diesen Tatsachen wird f_i im Gegensatz zu $|f_i|$ gerecht.

Die 3%-Grenze führt zu einem dazu, dass nur materielle Approximationsfehler berücksichtigt werden. Zum anderen soll sich darin auch die eingeschränkte Aussagekraft des Verfahrens zur Bestimmung des Kapitalaufschlags widerspiegeln.

- (b) VU1 weist in allen Szenarien nur einen kleinen Schätzfehler auf, der auch weitestgehend symmetrisch verteilt zu sein scheint. Es scheint plausibel, dass das SCR nicht verzerrt wurde und kein Aufschlag vergeben wurde. Bei VU 2 sind in fast allen Szenarien die Einzelfehler $>3\%$ SCR, d.h. die Varianz ist groß. Außerdem ist die Verteilung stark asymmetrisch und nur wenige stark negative Fehler führen zu einem Mittelwert $<3\%$ SCR. Es ist fraglich, ob das SCR aufschlagslos bleiben sollte. Bei VU 3 wird der Mittelwert durch einen einzigen Ausreißer stark beeinflusst, die übrigen Szenarien weisen nur geringfügige Fehler auf. Es ist stark zu bezweifeln, dass das 99.5%-Quantil fehlerhaft bestimmt wurde und ein Aufschlag nötig ist. Das Verfahren sollte nach Möglichkeit um eine Ausreißerbehandlung ergänzt werden. Außerdem sollten evtl. weitere Kriterien wie Symmetrie der Fehlerverteilung und die Varianz bei der Bestimmung des Aufschlags betrachtet werden.
- (c) Die vorliegenden Ergebnisse betrachten Szenarien rund um die jeweiligen 99.5%-Quantile der Einzelunternehmen. Dies lässt für die Gruppenberechnung keine Schlussfolgerung zu. Für die Gruppenberechnung müsste die Analyse für alle Unternehmen unter Verwendung der 11 Szenarien um das 99.5%-Quantil der Gruppe wiederholt werden.

- (d) Weitere Fehlerquellen sind z.B. der statistische Fehler der SCR-Berechnung (Monte-Carlo-Fehler) sowie Fehler in der Risikokalibrierung (u.a. aufgrund von Parameter-Schätzfehler). Da die verwendeten Werte in der Regel der beste Schätzwert sind, keine systematischen Fehler bekannt sind und auch keine exakteren Vergleichswerte vorliegen, kann es hierfür keinen Aufschlag geben.

Aufgabe 5. Cyberrisiko

- a) Die OV Gruppe ist als Organisation dem Cyber-Risiko ausgesetzt, d.h. es besteht das Risiko, dass sie einem Hacker-Angriff zum Opfer fällt oder einem sonstigen Akt von Cyberkriminalität wie einer DoS-Attacke (Denial of Service, Dienstverweigerung), Computermisbrauch, dem Diebstahl von Datenträgern oder einer sonstige Datenrechtsverletzung. Dieses Risiko fällt in die Risikokategorie der operationellen Risiken, die definitionsgemäß das Risiko bezeichnet, das sich aus der Unangemessenheit oder dem Versagen von internen Prozessen, Mitarbeitern oder Systemen oder durch externe Ereignisse ergibt.

Des Weiteren ist die OV Gruppe dem versicherungstechnischen Risiko aus Cyber-Angriffen ausgesetzt, da ihre Tochtergesellschaften Cyberdeckungen anbieten.

Schließlich ist die OV Gruppe Kumulrisiken ausgesetzt: Zum einen besteht das Risiko eines Kumuls zwischen den von den einzelnen Tochtergesellschaften angebotenen Cyberdeckungen im Fall einer Cyber-Attacke (Kumul zwischen versicherungstechnischen Risiken). Zum anderen besteht ein Kumulrisiko zwischen den von den Tochtergesellschaften der OV Gruppe angebotenen Cyberdeckungen und der Exponierung der OV Gruppe als Konzern gegenüber Cyber-Risiken (Kumul zwischen den versicherungstechnischen Risiken in den angebotenen Deckungen und dem operationellen Risiko der Gesellschaften der OV Gruppe).

- b) Für operationelle Risiken gibt es neben der Standardformel die Modellierungsansätze:
- Loss Distribution Approach (Aktuarieller Ansatz):
Schätzung von Schadenanzahl- und Schadenhöhenverteilung basierend auf einer Verlustdatenbank. Daraus Ermittlung einer Gesamtschadenverteilung und Ermittlung eines SCR.
 - Szenarioanalyse:
Erstellung von Szenarien, d.h. synthetischen Schadenereignissen. Nutzung insbesondere zur Analyse der Tail-Bereiche der Verlustverteilung.
 - Kausalansätze und Bayessche Ansätze:
Abstrakte, quantitative Darstellung der Abhängigkeitsbeziehungen zwischen relevanten Risikotreibern des VU und operationellen Verlusten.
- c) Ein Cyber-Angriff mit einem operativen Verlust i.H.v. 86 Mio. € und einem versicherungstechnischen Verlust i.H.v. 62 Mio. € hat vielfältige Auswirkungen:

- Offenbar wurden bisher das Risiko von Cyber-Angriffen von der ODVAG unterschätzt und keine hinreichenden Sicherungsmaßnahmen implementiert. Die Risikolage ist daher umgehend neu zu bewerten und ein Implementierungsplan zum Schutz vor Cyber-Angriffen zu verabschieden und umzusetzen. Dieser enthält typischerweise eine Reihe technischer Maßnahmen (Firewalls, Überwachen des Netzwerks, Tracking von Cyber-Attacken, Patch-Management, Daten-Backups, etc.), die Definition eines Governance-Frameworks (Rollen, Verantwortlichkeiten, etc.) sowie eine Reihe organisatorischer und prozessualer Elemente (Richtlinien, Notfallpläne, Kriseninterventionsteams, etc.).

Bzgl. der angebotenen Cyberpolicen sind die angebotenen Deckungen, deren Prämienkalkulation sowie die Zeichnungsrichtlinien zu überprüfen.

- Für das Partielle Interne Modell wird die Modellierung des Prämienrisikos und ggfs. des CAT-Risikos zu aktualisieren sein. Wenn bei $SCR_{\text{Prämienrisiko}}=80$ Mio. € und $SCR_{\text{CAT}}=120$ Mio. € ein versicherungstechnisches Verlustereignis mit 62 Mio.€ zu Buche schlägt, sind die Schadenverteilungen vermutlich unterschätzt. Für das Portfolio der Cyberdeckungen sind die Schadenverteilungen zu aktualisieren und das resultierende SCR neu zu berechnen. Ferner ist eine Erweiterung der Modellierung der Man-made CAT Risiken um Cyber-Angriffe zu prüfen.
- Bzgl. der Modellierung des operationellen Risikos ist zunächst festzustellen, dass bei einem $SCR_{\text{OpRisk}}=90$ Mio. € gemäß der Standardformel und einem einzelnen operativen Verlust i.H.v. 86 Mio. € die Standardformel das benötigte Risikokapital offensichtlich unterschätzt. Um eine angemessene Risikokapitalausstattung zu gewährleisten, sind die Arbeiten am Internen Modell voranzutreiben, das für die ODVAG allerdings keine Kapitalersparnis gegenüber der Standardformel aufweisen wird. Vermutlich wird die Aufsichtsbehörde umgehend einen Kapitalaufschlag verhängen.

Das Interne Modell für die operationellen Risiken muss das eingetretene Verlustereignis angemessen berücksichtigen, z.B. über passende Szenarien in einem Szenarioansatz oder über einen Eintrag in einer Verlustdatenbank zzgl. darauf aufbauender Modellierung.

Ferner ist die Modellierung von Kumulen und Abhängigkeitsstrukturen zu überprüfen.

- d) Der Cyber-Angriff inkl. seiner Auswirkungen auf die Risikolage ist im nächsten regulären ORSA-Bericht zu erwähnen. Des Weiteren ist bei einem Ereignis dieser Größenordnung die Aufsichtsbehörde zu informieren und der

Ad Hoc ORSA-Bericht an diese zu überstellen. Ferner findet der Cyber-Angriff Eingang in den nächsten Geschäftsbericht und in den RSR sowie den SFCR.

- e) Die Tatsache, dass die anderen Gesellschaften der OV Gruppe nicht operativ von dem Cyber-Angriff betroffen waren, deutet auf Schwächen in der IT-Sicherheit der ODVAG hin. Die übrige OV Gruppe scheint hier besser aufgestellt zu sein.

Die Auswirkungen des Cyber-Angriffs auf die Risikokapitalberechnung der ODVAG bzgl. des vt. Risikos sowie des operationellen Risikos wirkt sich entsprechend auf die Risikokapitalberechnung der OV Gruppe aus. Zudem ist die Modellierung der Kumule und Abhängigkeitsstrukturen zu überprüfen.

Aufgabe 6. M&A / Schaden- Unfallversicherung

- (a) Für die Berechnung des Prämien- und Reserverisikos verwendet man als Volumensgröße die geplante Nettoprämie – hier 96 Mio. USD und die Netto Reserve aus 2018 – hier 20 Mio. USD. Die Marktfaktoren für Wohngebäudeversicherung sind der Tabelle für die Standardformel zu entnehmen – 8% für das Prämienrisiko und 10% für das Reserverisiko.

Über die Formel

$$\sigma_s = \frac{\sqrt{\sigma_{prems}^2 \cdot V_{prems}^2 + \sigma_{prems} \cdot V_{prems} \cdot \sigma_{res} \cdot V_{res} + \sigma_{res}^2 \cdot V_{res}^2}}{V_{prems} + V_{res}}$$

erhält man den gemischten Faktor $\sigma = 7,6\%$. Da die FPIC nur eine Sparte hat, ist dies auch der Faktor für das gesamte Prämien- und Reserverisiko. Über die Formel

$$SCR_{nl \text{ premium and reserve}} = 3 \cdot \sigma_{nl} \cdot V_{nl} = 3 \cdot \sigma_{nl} \cdot \sum_s V_s$$

erhält man ein Risiko i.H.v. 27 Mio. USD.

- (b) Um das Naturkatastrophenrisiko zu berechnen, benötigen Sie die folgenden Informationen:

- Versicherungssumme pro Naturgefahr, Land und Cresta Zone
- Ggf. vorhandene Quoten- und XL-Rückversicherungsstruktur

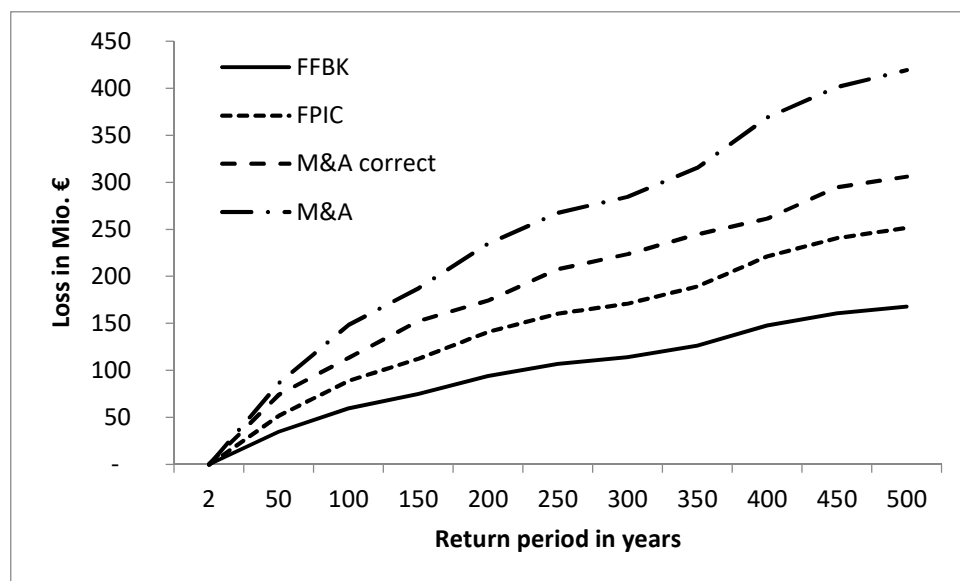
Um das Risiko in dem Geophysikalisch-Meteorologisches Modell der FFBK berechnen zu können, werden die folgenden weiteren Informationen benötigt:

- Detailliertes Geocoding: Land / Postleitzahl / Adresse
- Wiederbeschaffungswerte für Gebäude / Inhalt / Betriebsunterbrechung
- Konstruktionstyp, Art der Nutzung
- Limite pro Standort / Police
- Selbstbehalte pro Standort / Police

- (c) Eine Occurance-Exceedance-Probability Kurve ist ein Funktionsgraph, der die Abhängigkeit zwischen Wiederkehrperiode und maximalem (Event-)Schaden darstellt.

Die OEP Kurve des aggregierten Portfolios ist in diesem Fall sehr verdächtig, da sie anscheinend bei jeder Wiederkehrperiode die Summe aus dem Risiko der FFBK und der FPIC ist. Dies würde bedeuten, dass es keinen Diversifikationseffekt gibt, welches aufgrund der unterschiedlichen Regionen in denen die Gesellschaften zeichnen, nicht möglich ist. Daher scheint die Datengrundlage falsch eingespielt worden zu sein. Es könnte sein, dass das Modell der FFBK auf das Portfolio der FPIC skaliert wurde, so dass die gleichen Events auf beide Gesellschaften wirken.

Die OEP Kurve müsste zwischen der falschen M&A Kurve und der FPIC Kurve liegen:



Aufgabe 7. M&A / Schaden- Unfallversicherung Risikotransfer

- (a) Um das Nettorisiko für Sturmrisiken in der Standardformel zu bestimmen, werden zwei Szenarien betrachtet:

Szenario A: Zwei aufeinander folgende Sturmschäden in Höhe von 80% und 40% des berechneten Brutto-Sturmschadens treffen auf die XL Rückversicherungsstruktur, d.h. ein 80 Mio. USD Schaden und ein 40 Mio. USD Schaden. An die Rückversicherung wird beim ersten Schaden 55 Mio. USD und beim zweiten Schaden 15 Mio. USD zediert. Daher bleibt ein Nettoschadenaufwand i.H.v. 50 Mio. USD.

Szenario B: Zwei aufeinander folgende Sturmschäden in Höhe von 100% und 20% des berechneten Brutto-Sturmschadens treffen auf die XL Rückversicherungsstruktur, d.h. ein 100 Mio. USD Schaden und ein 20 Millionen USD Schaden. An die Rückversicherung wird beim ersten Schaden 65 Mio. USD und beim zweiten Schaden nichts zediert. Daher bleibt ein Nettoschadenaufwand i.H.v. 55 Mio. USD.

Das Maximum aus beiden Netto Größen liefert das Netto Risiko für Sturmschäden i.H.v. 55 Mio. USD.

- (b) Die Capital Cost Ratio ist der Quotient aus den mittleren Kosten der Rückversicherung durch die Entlastung im Risiko.

Schadenexzedentenvertrag

Zedierte Prämie: $4\% * 100 \text{ Mio. USD} = 4 \text{ Mio. USD}$

Mittlerer zedierter Schaden: 1 Mio. USD

Provisionen: 0 Mio. USD

Mittlere Kosten der Rückversicherung: $(4 - 1) \text{ Mio. USD} = 3 \text{ Mio. USD}$

Risikoreduktion: $120 \text{ Mio. USD} - 55 \text{ Mio. USD} = 65 \text{ Mio. USD}$

Cost of capital: $3 \text{ Mio. USD} / 65 \text{ Mio. USD} = 5\%$

Quotenvertrag

Zedierte Prämie: $40\% * 100 \text{ Mio. USD} = 40 \text{ Mio. USD}$

Mittlerer zedierter Schaden: $40\% * 55\% * 100 \text{ Mio. USD} = 22 \text{ Mio. USD}$

Provisionen: $8\% * 40\% * 100 \text{ Mio. USD} = 3,2 \text{ Mio. USD}$

Mittlere Kosten der Rückversicherung: $(40 - 22 - 3,2) \text{ Mio. USD} = 14,8 \text{ Mio. USD}$

Risikoreduktion: $40\% * 120 \text{ Mio. USD} = 48 \text{ Mio. USD}$

Cost of capital: $14,8 \text{ Mio. USD} / 48 \text{ Mio. USD} = 31\%$

Ein Wechsel auf den Quotenvertrag wäre nach dieser Betrachtung nicht empfehlenswert.

(c) Der aktuelle Vertrag müsste an folgenden Stellen überprüft werden:

- Haftungsstrecke:

Durch das neue Portfolio der FPIC könnte das Quantil zum maximalen Schaden höher ausfallen, wodurch das Limit angepasst werden müsste.

- Selbstbehalt:

Durch einen zu geringen Selbstbehalt könnten die Preise für den Vertrag zu hoch ausfallen. Ggf. muss der Selbstbehalt erhöht werden.

- Wiederauffüllungen:

Das gut diversifizierte Portfolio hat eine Erhöhung der Anzahl der Events zur Folge, wodurch die Wiederauffüllungen in den höheren Quantilen schneller aufgebraucht sein könnten. Ggf. muss die Anzahl der Wiederauffüllungen erhöht werden.

- Währungsrisiko

Aufgrund der unterschiedlichen Währung USD vs EUR kann es ungewünschte Effekte durch Wechselkursrisiken geben, welche bei der Konstruktion des Vertrags berücksichtigt werden sollten

Aufgabe 8. Garantieprodukte und Hedging

(a) Portfolio Konstruktion und Hedging

- i. Das Portfolio kann entweder als ein Investment aus Fondsanteilen mit einer Putabsicherung at the Money beschrieben werden oder als diskontierter Garantiewert mit einem Call-Investment. Die Garantiesumme von 100.000 EUR entspricht zu Laufzeitbeginn einem Investment in 1.000 Fondsanteilen. Erste Möglichkeit ist also ein Portfolio mit 1000 Fondsanteilen plus 1.000 Put Optionen at-the Money. Alternativ 1.000 Call Optionen plus ein Investment in ein risikofreies Investment über die Laufzeit von 15 Jahren.
- ii. Das Delta eines Portfolios kann mittels des Investments in das Underlyings vollständig gesteuert werden. Für das vorliegende Produkt gilt ein Delta von 0.80. Somit sollte 80% des Portfolios im Underlying investiert sein und 20 % in einer risikofreien Anleihe.
- iii. Zwischen den Handelstagen kann es zu einer größeren Kursbewegung gekommen sein. Der Deltahedge sichert nur gegen (unendlich-)kleine Kursänderungen ab (Steigung der Preiskurve). Der Gammahedge verbessert die Situation zwar (Steigung, der Steigung der Preiskurve), aber bei großen Kursbewegungen reicht auch das nicht aus.
- iv. Das Hinzufügen dieses Produktfeatures entspricht einer sogenannten Ratchet-Option. Sie ist durch einfache Derivate nicht zu replizieren. Zu Laufzeitbeginn ist es unklar, zu welchem Strikelevel die einfache Putoption abgeschlossen wäre.
- v. Die Einfügung einer Gewinnbegrenzung bei 130 entspricht einem short call für den VN und somit einem long call für das VU. Das Deltaexposure der Passivseite lässt sich linear kombinieren. Somit ist ein Hedgen wie unter ii) weiterhin möglich.

(b) Zusammenhänge

| | |
|---|---------|
| Das Deltaexposure einer einfachen Putoption kann durch die Investition in das Underlying und den risikofreie Zins gehedgt werden. | RICHTIG |
| „Greek“-Risiken können ausschließlich durch Derivate gehedgt werden | FALSCH |
| Das Vega eines Puts ist immer negativ | FALSCH |
| Wenn der risikofreie Zins gleich null ist, so ist rho immer null | FALSCH |
| Das Gamma eines Calls ist immer positiv | RICHTIG |
| Das Vega eines Portfolios ist gleich der Linearkombination der Vegas der Einzeltitel | FALSCH |
| Das Gamma eines Portfolios ist gleich der Linearkombination der Gammas der Einzeltitel | RICHTIG |
| Der Wert eines Calls mit Volatilität 0 ist immer 0 | FALSCH |
| Je näher eine Option am Verfallstag liegt, desto grösser ist ihr Vega | FALSCH |
| Zur Ableitung eines optimalen Hedges in diskreter Zeit braucht man eine Einschätzung über die erwartete Driftrate des Underlyings | WAHR |

Aufgabe 9. Rückversicherung und Verbriefung

- (a) Zukünftige Risikoerträge des Portfolios werden als Sicherheit und zur Rückzahlung eines Darlehens verwendet. Das Darlehen wird vom Rückversicherer in Form einer Barzahlung an den Versicherer gegeben.

Die Barzahlung ist durch den Barwert der zukünftigen Gewinne abzüglich eines Risikoabschlags nach oben begrenzt. Es kann also nicht eine beliebig große Finanzierungslücke bedeckt werden.

Zukünftige Risikogewinne werden in den Own Funds unter Solvency II normalerweise bereits berücksichtigt. Eine Cash Finanzierung ist daher nur als Lösung geeignet, wenn wegen Contract Boundaries die zukünftigen Risikogewinne nur teilweise in den Own Funds gezeigt werden können.

Zukünftige Zahlungen an den Rückversicherer schränken die Schüttfähigkeit von Dividenden für den Versicherer weiter ein. Die Lösung ist also nicht unbedingt nachhaltig.

- (b) Zukünftige Risikoerträge des Portfolios werden als Sicherheit und zur Rückzahlung eines Darlehens verwendet. Das Darlehen wird vom Rückversicherer in Form einer Verbindlichkeit an den Versicherer gegeben.

Wie unter (a) ist die Höher der Verbindlichkeit begrenzt und kann damit nicht beliebig große Finanzierungslücke bedecken.

Da es sich nicht um eine Barzahlung handelt, sondern nur um eine bilanzielle Forderung an den Rückversicherer, ist die Lösung nicht geeignet eine Dividendenzahlung (die immer als Barzahlung durchzuführen ist) zu kompensieren.

- (c) Mit einer ausreichend hohen Quote auf den Bestand kann das SCR für die versicherungstechnischen Risiken auf bis minimal 0 reduziert werden. Über eine Gewinnbeteiligung im Rückversicherungsvertrag kann aber immer noch ein Teil der Gewinne des Bestands beim Erstversicherer verbleiben.

Diese Lösung ist nur dann wirksam, wenn im Vergleich zu allen anderen Risiken bei der Ermittlung des SCR die versicherungstechnischen Risiken ausreichend groß sind. Wenn selbst bei einer Absenkung der versicherungstechnischen Risiken auf 0 immer noch ein zu hoher SCR verbleibt, ist die Lösung nicht wirksam.

Auch hier ist wie bei (a) kritisch zu analysieren, dass die (teilweise) Abführung von zukünftigen Gewinnen an den Rückversicherer die Schüttfähigkeit von Dividenden weiter einschränkt. Die Lösung ist also nicht unbedingt nachhaltig.

Aufgabe 10. *Traditionelles Lebensversicherungsgeschäft*

- (a) iv.
- (b) i.
- (c) iv.
- (d) Aufgrund eines Fehlers in der Beschreibung der möglichen Antworten, wurden grundsätzlich 3 Punkte im Aufgabenteil d) vergeben im Sinne des Multiple Choice Korrekturverfahrens
- (e) iii.

Aufgabe 11. Zinsrisiko

(a)

- i. Wegen des Nullzinseszinses gilt $PV = x_1 + x_t$ und $D = (x_1 + t \cdot x_t) / (x_1 + x_t)$. Damit kann Szenario 1 direkt gelöst werden. Für Szenario 2 lösen wir die beiden Formeln nach x_1 bzw. t auf. Szenario 3 bzw. 4 können aus Szenario 1 bzw. 2 unter Ausnutzung der Skalierungsinvarianz der Duration abgeleitet werden (Skalierung der CF mit Faktor 0,5 bzw. -1). Alternativ können auch die Formeln wieder angewendet werden.

| Szenario | x_1 | t | x_t | PV | D |
|----------|-------|-----|-------|-----|----|
| 1 | -20 | 15 | 28 | 8 | 50 |
| 2 | 10 | 19 | 10 | 20 | 10 |
| 3 | -10 | 15 | 14 | 4 | 50 |
| 4 | -10 | 19 | -10 | -20 | 10 |

- ii. Eine Duration, die größer ist als der Zeitraum des Zahlungsstroms, ist für viele nicht nachvollziehbar. Das liegt an der naiven Interpretation der Duration als mittlerer Zahlungszeitpunkt. Eine solche Interpretation ist nur zulässig, wenn der Zahlungsstrom keinen Vorzeichenwechsel hat. Man sollte den Manager auf die Interpretation der Barwertsensitivität aufmerksam machen, die wechselnden Vorzeichen und den relativ kleinen Barwert verglichen mit den einzelnen Zahlungen. Ebenso könnte der Hinweis auf die Preissensitivität von stark gehebelten Finanzprodukten, etwa Forwards, helfen. Der reine Verweis auf die Formeln und die Korrektheit der Rechnung ist nicht ausreichend.

(b)

- i. A und P bezeichnen Aktiva und Passiva. Die Zielvorgabe impliziert $D(A-P) = 0$. Außerdem gilt $D(A-P) = (\text{Wert}(A) \cdot D(A) - \text{Wert}(P) \cdot D(P)) / (\text{Wert}(A) + \text{Wert}(P))$. Daraus folgt $D(A) = \text{Wert}(P) / \text{Wert}(A) \cdot D(P)$, also $D(A) = 80/100 \cdot 5 = 4$.
- ii. Durch diese Strategie wird das Eigenkapital gegen kleine Parallelverschiebungen der Zinskurve immunisiert, nicht jedoch gegen beliebige Zinsschwankungen, insbesondere nicht gegen Zinstwists. Aufgrund der aktuell stark invertierten Zinskurve ist ein Zinstwist nicht unwahrscheinlich.

Aufgabe 12. *Rechtsrisiko, Risikoklassifikation*

(a) Externe Rechtsrisiken: es sind mind. zwei Punkte zu nennen. Z.B. mind. zwei Punkte aus

- Risiken auf Grund der Änderung von Gesetzen
- Risiken auf Grund der Änderung von aufsichtsrechtlichen Vorgaben
- Risiken auf Grund von Änderungen in der Rechtsprechung
- Risiken auf Grund problematischer Durchsetzbarkeit von Ansprüchen (v.a. im Ausland)

Interne Rechtsrisiken: es sind mind. zwei Punkte zu nennen. Z.B. mind. zwei Punkte aus

- Mangelhafte Kenntnis rechtlicher Rahmenbedingungen und daraus resultierende Nicht-oder Falschbeachtung
- Mangelhafte Erstellung von Erklärungen, Verträgen, Versicherungsbedingungen, ...
- Bearbeitungsfehler bei rechtsrelevanten Vorgängen (z.B. Fristenversäumnis, Verwendung veralteter Vertragsmuster, ...)

(b) Definition der Überschneidungsfreiheit: Es gibt kein Risiko, das mehr als einer Klasse zugeordnet werden kann.

(c) Rechtsrisiken sind nach der Solvency-II-Definition immer operationelle Risiken.

(d) Beispiele für Rechtsrisiken inkl. alternativer Zuordnung zu einer Risikoklasse:

- Einführung eines staatlich geförderten Produktes, das in der politischen Diskussion jedoch von Beginn an umstritten ist und später wieder eingestellt wird.

Da bei Einführung des Produktes das Risiko der Einstellung immanent war, kann die Fehlinvestition alternativ auch als Realisation eines strategischen Risikos klassifiziert werden.

- BGH-Urteile zu Stornoabzügen

Die Folge wegfallender Stornoerträge lässt eine alternative Zuordnung zur Klasse "Versicherungstechnisches Risiko" zu.

- Die öffentliche Rezeption bei Nicht-oder Falschbeachtung von Datenschutzregelungen (z.B. DSGVO) führt bei diesem Risiko zu einer Überlappung mit der Klasse "Reputationsrisiko".

(e) Zur Inventarisierung könnte man einen Self-Assessment-Prozess für Rechtsrisiken durchführen. Die Schritte könnten stichpunktartig gegeben sein durch:

- Risikoidentifizierung (wo liegen auf Grund unserer Produktwelt, unserer Berechnungsverfahren, unserer Kapitalanlagepraxis etc. die möglichen Rechtsrisiken?)
- Risikobewertung (als wie gravierend ist das jeweilige Rechtsrisiko einzustufen? Zur Kategorisierung kann eine Risikomatrix verwendet werden.)

Zur laufenden Risikoüberwachung kann ein Frühwarnsystem mit Risikoindikatoren Anwendung finden:

- Laufende Überwachung relevanter Indikatoren (z.B. Anzahl der Aufsichtsbeschwerden, Datenschutzbeschwerden, Anzahl von Prozessen in der Sachbearbeitung, durch die potentiell persönliche Kundendaten kompromittiert werden könnten)
- Ergreifung von Gegenmaßnahmen